

10006 /
US

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 6月22日

出願番号
Application Number:

特願2000-188297

出願人
Applicant(s):

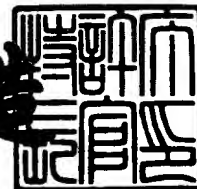
石川島播磨重工業株式会社

BEST AVAILABLE COPY

2001年 2月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3011151

【書類名】 特許願

【整理番号】 J83871A1

【提出日】 平成12年 6月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G05F 7/00
F15D 1/00
F63D 1/34

【発明の名称】 船体の摩擦抵抗低減方法及び摩擦抵抗低減船

【請求項の数】 3

【発明者】
【住所又は居所】 東京都江東区豊洲二丁目1番1号 石川島播磨重工業株式会社 東京第一工場内

【氏名】 高橋 義明

【特許出願人】
【識別番号】 000000099
【氏名又は名称】 石川島播磨重工業株式会社

【代理人】
【識別番号】 100064908
【弁理士】
【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】
【識別番号】 100089037
【弁理士】
【氏名又は名称】 渡邊 隆

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008707
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001603

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 船体の摩擦抵抗低減方法及び摩擦抵抗低減船

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 船体の没水表面に気泡を放出して船体の摩擦抵抗を低減する摩擦抵抗低減方法において、

船体の航行に伴って気体空間に対して低圧となる負圧箇所を水中に形成し、気体空間から水中の負圧箇所に気体を導くとともに、前記負圧箇所を発達させる循環流れを翼によって水中に生じさせることを特徴とする船体の摩擦抵抗低減方法。

【請求項 2】 船体の没水表面に気泡を放出して船体の摩擦抵抗を低減する摩擦抵抗低減船において、

船体の没水表面に設けられ、気体空間に対して低圧となる負圧箇所を水中に形成する負圧形成部と、

前記負圧形成部の後方に設けられ、水中の負圧箇所に向けて気泡を放出する排出口と、

一端が気体空間に開放されるとともに他端が前記排出口を介して水中に開放される流体通路とを備え、

前記負圧形成部には、翼状の断面形状に形成される翼状部材が配設されることを特徴とする摩擦抵抗低減船。

【請求項 3】 前記翼状部材は、上向きの揚力が生じるように配設されることを特徴とする請求項 2 に記載の摩擦抵抗低減船。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、船体の摩擦抵抗を低減する摩擦抵抗低減方法及び摩擦抵抗低減船に係り、特に、水中に気泡を効率よく放出することにより、総合エネルギー効率を向上させるものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、船舶等の航行時のエネルギー消費を節減することを目的として、水中に気体を送り込み、船体外板の表面（没水表面）の近傍に多数の気泡を介在させて、船体と水との摩擦抵抗を低減する方法が提案されている。

【 0 0 0 3 】

水中に気泡を発生させる技術としては、特開昭 5 0 - 8 3 9 9 2 号、特開昭 5 3 - 1 3 6 2 8 9 号、特開昭 6 0 - 1 3 9 5 8 6 号、特開昭 6 1 - 7 1 2 9 0 号、実開昭 6 1 - 3 9 6 9 1 号、実開昭 6 1 - 1 2 8 1 8 5 号が提案されている。

【 0 0 0 4 】

これらの技術では、水中に気泡を発生させる方法として、ポンプやブローなどの装置によって加圧した気体を船体に設けられた複数の孔や多孔板から水中に噴出している。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、加圧した気体を水中に噴出する方法であると、加圧用の装置を稼動するエネルギーが必要となり、摩擦抵抗の低減によって減少したエネルギーの節約分が目減りしてしまう。特に、大型船の船底など、比較的水深の大きい箇所において水中に気体を噴出する際には、水压（静水压）に対応して高い圧力に気体を加圧する必要があるため、多大なエネルギーを消費してしまう。また、加圧用の装置を船体に設置するにあたり、設備コストや施工コストなど多大なコストが生じてしまう。

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、以下の点を目的とするものである。

- （１）少ないエネルギー消費で摩擦抵抗低減を行って、航行時のエネルギー消費を効果的に節減すること。
- （２）水中に気泡を効率よく混入させ、効果的な摩擦抵抗低減を実施すること。
- （３）船体の建造コストを低減すること。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項 1 に係る発明は、船体の没水表面に気泡を放出して船体の摩擦抵抗を低減する摩擦抵抗低減方法において、船体の航行に伴って気体空間に対して低圧となる負圧箇所を水中に形成し、気体空間から水中の負圧箇所に気体を導くとともに、前記負圧箇所を発達させる循環流れを翼によって水中に生じさせる技術が採用される。

また、請求項 2 に係る発明は、船体の没水表面に気泡を放出して船体の摩擦抵抗を低減する摩擦抵抗低減船において、船体の没水表面に設けられ、気体空間に対して低圧となる負圧箇所を水中に形成する負圧形成部と、前記負圧形成部の後方に設けられ、水中の負圧箇所に向けて気泡を放出する排出口と、一端が気体空間に開放されるとともに他端が前記排出口を介して水中に開放される流体通路とを備え、前記負圧形成部には、翼状の断面形状に形成される翼状部材が配設される技術が採用される。

また、請求項 3 に係る発明は、請求項 2 に記載の摩擦抵抗低減船において、前記翼状部材は、上向きの揚力が生じるように配設される技術が採用される。

【0008】

本発明によれば、船体の航行に伴って気体空間に対して低圧となる負圧箇所が水中に形成されるので、圧力勾配力によって、気体空間から水中に気体が導かれ、水中に気泡が放出される。このとき、翼によって水中に循環流れを生じさせて負圧箇所を発達させることにより、圧力勾配力が増して多量の気体が水中に導かれる。また、この循環流れによって船体に上向きの揚力を作用させることにより、船体の浸水面積を減少させることが可能となる。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る摩擦抵抗低減船を、タンカーやコンテナ船等の肥大船に適用した一実施形態について、図面を参照して説明する。図 2 において、符号 M は摩擦抵抗低減船、10 は船体、11 は気泡発生装置、12 は船体外板（没水表面）、13 は推進器、14 は舵、15 は水面（喫水線）を示している。

【0010】

前記摩擦抵抗低減船Mとしての肥大船は、例えばV L C C (Very Large Crude Oil Carrier) といったものがこれに該当し、他の種類の船舶に比べて、喫水線 1 5 下の船体外板 1 2 (没水表面) において船底の面積が船側に対して比較的大きく形成されている。さらに、船体 1 0 の前方 (船首側) には、前記気泡発生装置 1 1 が配されている。

【 0 0 1 1 】

気泡発生装置 1 1 は、図 2 (b) に示すように、船底に設けられた開口 1 2 a に配設される流体案内体 2 0 と、この流体案内体 2 0 に接続される気体導入管 (A I P : Air Induction Pipe) 2 1 とを備えて構成されている。

【 0 0 1 2 】

流体案内体 2 0 は、内部に空洞を有する筒状の部材として全体が構成されており、その軸方向の両端部には、前記気体導入管 2 1 もしくは船体外板 1 2 との接続用のフランジ 2 2, 2 3 が設けられている。また、船体外板 1 2 への接続側 (下側) の端部には、船体の没水表面 1 2 から突出しかつ船体の前方 (船首側) を臨んで軸方向に対して斜めに配される斜面 2 4 (あるいは曲面) が設けられている。斜面 2 4 は、船尾方向に向かって徐々に船体の没水表面 1 2 からの高さが増すように設けられている。また、斜面 2 4 後方の側面 2 5 には、流体案内体 2 0 内の空洞の開口として、船体の後方 (船尾側) を望む貫通穴からなる排出口 2 6 が設けられている。さらに、斜面 2 4 の前方には、翼状の断面形状に形成される翼状部材 (翼 3 0, 3 1, 3 2) が配設されている。

【 0 0 1 3 】

すなわち、図 3 及び図 4 に示すように、流体案内体 2 0 の前部において、船体の没水表面 1 2 (図 2 参照) に対して所定の間隔で略平行に配される第 1 翼 3 0 と、第 1 翼 3 0 と船体外板 1 2 との間に配されて第 1 翼 3 0 を支持する第 2 翼 3 1, 3 2 とが設けられている。

【 0 0 1 4 】

翼 3 0, 3 1, 3 2 の形状は、N A C A 翼型、オジバル翼型など様々な翼型が適用可能であり、船体の形状及び船速に応じて定められる。また、第 1 翼 3 0 は、前縁 3 0 a 及び後縁 3 0 b を船体の進行方向 D ve に向けるとともに、翼面 3 0

c (図 2 (b) 参照), 3 0 d を上下方向に向け、さらに、航行時において上向きの揚力が作用する (航行時において、下方を臨む翼面 3 0 d に比べて上方を臨む翼面 3 0 c 側の流速が大きくなる) ように配設されている。なお、翼 3 0, 3 1, 3 2 により、船体の進行方向 Dve に沿って、鉛直方向上向きに凸となる湾曲した水路 3 5 が形成される。

【0015】

図 2 に戻り、気体導入管 (A I P : Air Induction Pipe) 2 1 は、主として筒状の部材から構成され、船体 1 0 をほぼ貫通状態に敷設されるとともに、フランジ 2 7 を介して流体案内体 2 0 に接続されている。気体導入管 2 1 と流体案内体 2 0 とが接続されることによって、その内部空間として流体通路 3 6 が形成される。この流体通路 3 6 は、気体導入管 2 1 の空気取入れ口 2 1 a を介して一端が気体空間 (大気) に開放されるとともに、他端が前記排出口 2 6 を介して水中に開放されるようになっている。なお、流体通路 3 6 (流体案内体 2 0 及び気体導入管 2 1 の内部空間) は、少ない圧力損失で所望の流量の流体が流動するように、その断面積や形状が定められている。

【0016】

また、流体案内体 2 0 の各構成部材の形状や配置位置は、航行時に流体案内体 2 0 における水の流れが所望の状態になるように、数値流体力学 (C F D : Computational Fluid Dynamics) による流場解析によって設計されている。

【0017】

すなわち、例えば、所定の船速 V_s での航行時において、船体 1 0 に対する相対的な水の流れによって気体空間 (大気) に対して低圧となる負圧箇所が流体案内体 2 0 の後方側の水中に形成されるように、船体の没水表面 1 2 からの流体案内体 2 0 の斜面 2 4 の突出高さなどが定められている。さらに、翼 3 0, 3 1, 3 2 により、その翼 3 0, 3 1, 3 2 の周りを循環する流れが生じ、その循環流れによって水路 3 5 及び流体案内体 2 0 の斜面 2 4 に沿って流れる水の流速が増大するように定められている。

【0018】

なお、流体案内体 2 0 や気体導入管 2 1 の材質としては、例えば耐食処理され

た金属、あるいは樹脂など、主として表面が海水に対して耐食性を有し、さらに海成生物が表面に付着しにくいものが好ましく用いられる。なお、図 2 (b) に示す符号 2 8 は、フランジ接続用のパッキンである。

【 0 0 1 9 】

次に、上述のように構成される摩擦抵抗低減船 M による船体の摩擦抵抗低減方法について、図 1 を参照して以下説明する。

停船状態においては、流体通路 3 6 (図 2 に示す流体案内体 2 0 及び気体導入口 2 1 の内部空間) に、船体 1 0 の周囲とほぼ同じ水位まで水 (海水) が入り込んでいる。推進器 1 3 (図 2 参照) の推力により船体 1 0 が航行状態になると、船体 1 0 に対して相対的な水の流れ 4 0 が形成される。

【 0 0 2 0 】

航行状態において、船底では、流体案内体 2 0 の斜面 2 4 によって水の流路が狭められることにより、船底に沿って流れる水の流速が増大するとともに、斜面 2 4 のその突出端の鋭い角により、水中に剥離域が形成される。これらにより、斜面 2 4 の背面側の水中において、静水圧が局所的に低下する。

【 0 0 2 1 】

そして、船体 1 0 の航行速度が所定の船速 V_s (例えば標準航行速度) に達すると、斜面 2 4 の後方の水中において、大気に対して低圧となる負圧箇所 4 1 が形成される。

【 0 0 2 2 】

このとき、空気取入れ口 2 1 a における圧力に比べ、負圧箇所 4 1 に面した排出口 2 6 の圧力が低いために、流体通路 3 6 内の流体 (海水及び空気) に対して圧力勾配力が作用し、流体通路 3 6 から海水が排出されるとともに、空気取入れ口 2 1 a から流入した空気が、流体通路 3 6 を流動して水中に送られる。

【 0 0 2 3 】

そして、水中に送られた気体が気泡 4 2 として水に混入し、船体 1 0 の没水表面 1 2 の近傍に多数の気泡 4 2 が介在することにより、船体 1 0 の摩擦抵抗が低減される。

【 0 0 2 4 】

このとき、水中に空気を送り込むために必要なエネルギーは、主として気体の位置を変化させるためのエネルギーである。このエネルギーは、船体の没水表面 1 2 から突出する流体案内体 2 0 の斜面 2 4 によって水の流動状態を変化させることで得られるものであり、加圧した気体を水中に噴出する場合に消費されるエネルギーに比べて少ない。そのため、船体 1 0 の摩擦抵抗低減により、航行時のエネルギー消費が効果的に低減される。

【 0 0 2 5 】

また、本実施形態では、側面 2 5 の突出端の鋭い角により、剥離域とともにキャビテーションが生じる。そのため、剥離域やキャビテーションによる攪拌作用により、気体と水との境界面で気体と水とが積極的に混合され、気液界面からの気泡 4 2 の離脱が促進される。

【 0 0 2 6 】

さらに、本実施形態では、流体案内体 2 0 の前部に翼 3 0, 3 1, 3 2 が配設されており、この翼 3 0, 3 1, 3 2 の周りに循環流れ Γ が生じる。すなわち、図 1 (b) に示すように、第 1 翼 3 0 の周りにおいて、水路 3 5 側の翼面 3 0 c に沿って船尾方向に、反対側の翼面 3 0 d に沿って船首方向に流れる循環流れ Γ が生じる。このとき、水路 3 5 側の翼面 3 0 c では没水表面 1 2 に沿って流れる水の流れ 4 0 と循環流れ Γ の速度が加わって流速が増大し、これによって、斜面 2 4 に沿って流れる水の流速が増大し、負圧箇所 4 1 の静水圧がさらに低下する。そのため、流体通路 3 6 内の流体に対する圧力勾配力が増して、多量の空気（気泡）が水中に放出される。なお、図 1 には示していないが、第 2 翼 3 1, 3 2 においても同様に、循環流れが生じるので、水路 3 5 及び斜面 2 4 に沿って流れる水の流速がさらに増大する。

【 0 0 2 7 】

すなわち、翼 3 0, 3 1, 3 2 の周りに生じる循環流れ Γ により、斜面 2 4 の突出端 P における流速が増大し、負圧箇所 4 1 が発達して気泡 4 2 に対する水中への吸引力が増大する。これにより、水中に放出された多量の気泡 4 2 が没水表面 1 2 に介在するようになり、摩擦抵抗が効果的に低減される。また、循環流れ Γ は、低速航行時（例えば 1 0 ノット程度）においても生じるために、広範囲の

航行速度に対して摩擦抵抗の低減効果を向上させることができる。

【 0 0 2 8 】

また、本実施形態では、第 1 翼 3 0 の周りの循環流れ Γ により、第 1 翼 3 0 の上下で圧力差が生じ、第 1 翼 3 0 を介して船体 1 0 に対して上向きの揚力 L_f が作用する。そして、この揚力 L_f により、船体 1 0 の特に船首側が浮上して、船体 1 0 の浸水面積が減少し、船体 1 0 の摩擦抵抗がさらに低減される。

【 0 0 2 9 】

なお、負圧箇所 4 1 の形成には、流体案内体 2 0（翼 3 0，3 1，3 2 や斜面 2 4 など）の形状やレイノルズ数が主な支配因子となり、水深による不利が生じにくいと考えられるため、本発明に係る技術は、大型船への適用に有利である。

【 0 0 3 0 】

ところで、水中に混入された気泡 4 2 は、水深に応じた静水圧よりも低い内圧で形成される。そのため、一定の水深で気泡 4 2 が移動するとき（例えば船底に沿って気泡が移動するとき）、負圧箇所 4 1 から離れるに従って気泡 4 2 に大きな水圧が作用し、徐々に気泡 4 2 の大きさが小さくなる。本出願人らのこれまでの研究によれば、比較的小さい気泡のほうが船体の摩擦抵抗を低減するのに好ましいとされている。

【 0 0 3 1 】

また、負圧箇所 4 1 から離れるに従って気泡 4 2 に大きな水圧が作用することから、負圧作用によって発生した気泡 4 2 は、従来の加圧方式に比べて、拡散しにくい傾向にある。そのため、船体の没水表面 1 2 から気泡 4 2 が比較的離れにくく、船底付近の所定領域内に占める気泡 4 2 の量が多くなる。本出願人らのこれまでの研究によれば、所定領域内の気泡の量が多いほど、船体の摩擦抵抗を低減するのに好ましく、しかも没水表面 1 2 に近い気泡ほどその効果が高い。これらのことから、上述した負圧作用によって発生した気泡は、この点からも摩擦抵抗の低減に有利に働く。したがって、上述した流体案内体 2 0 を、船底の広さに応じて複数配置し、船底の複数箇所から気泡を放出することにより、摩擦抵抗の低減効果をさらに向上させることができる。

【 0 0 3 2 】

また、気泡発生装置 1 1 は簡素な構成であり、気体を加圧するための装置が不要であることから、船体 1 0 の建造コストが少なくて済むことはいうまでもない。

【 0 0 3 3 】

なお、上述した実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。例えば、上述した実施形態では、本発明を肥大船に適用した例を示したが、これに限るものではなく、高速船や漁船など他の船にも適用可能である。また、気泡発生装置 1 1 の大きさや数、その配置場所といったものは、船体の形状に応じて適宜設定される。

【 0 0 3 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、水中に負圧箇所を形成することにより、圧力勾配力を利用して、気体を加圧する場合に比べて少ないエネルギー消費で水中に気体を送り込み、摩擦抵抗低減を行うことができる。また、水中に翼によって循環流れを生じさせて負圧箇所を発達させることにより、水に混入される気泡の量を増やすことができる。さらに、循環流れによって船体に揚力を作用させることにより、船体の浸水面積を減少させることができる。したがって、効果的な摩擦抵抗低減を実施し、航行時のエネルギー消費を節減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る摩擦抵抗低減船による船体の摩擦抵抗低減方法の一例を示す概念図である。

【図 2】 本発明に係る船体の摩擦抵抗低減方法を船舶に適用した一実施形態を概略的に示す構成図である。

【図 3】 流体案内体の一部を示す斜視図である。

【図 4】 図 2 に示す A 矢視図である。

【符号の説明】

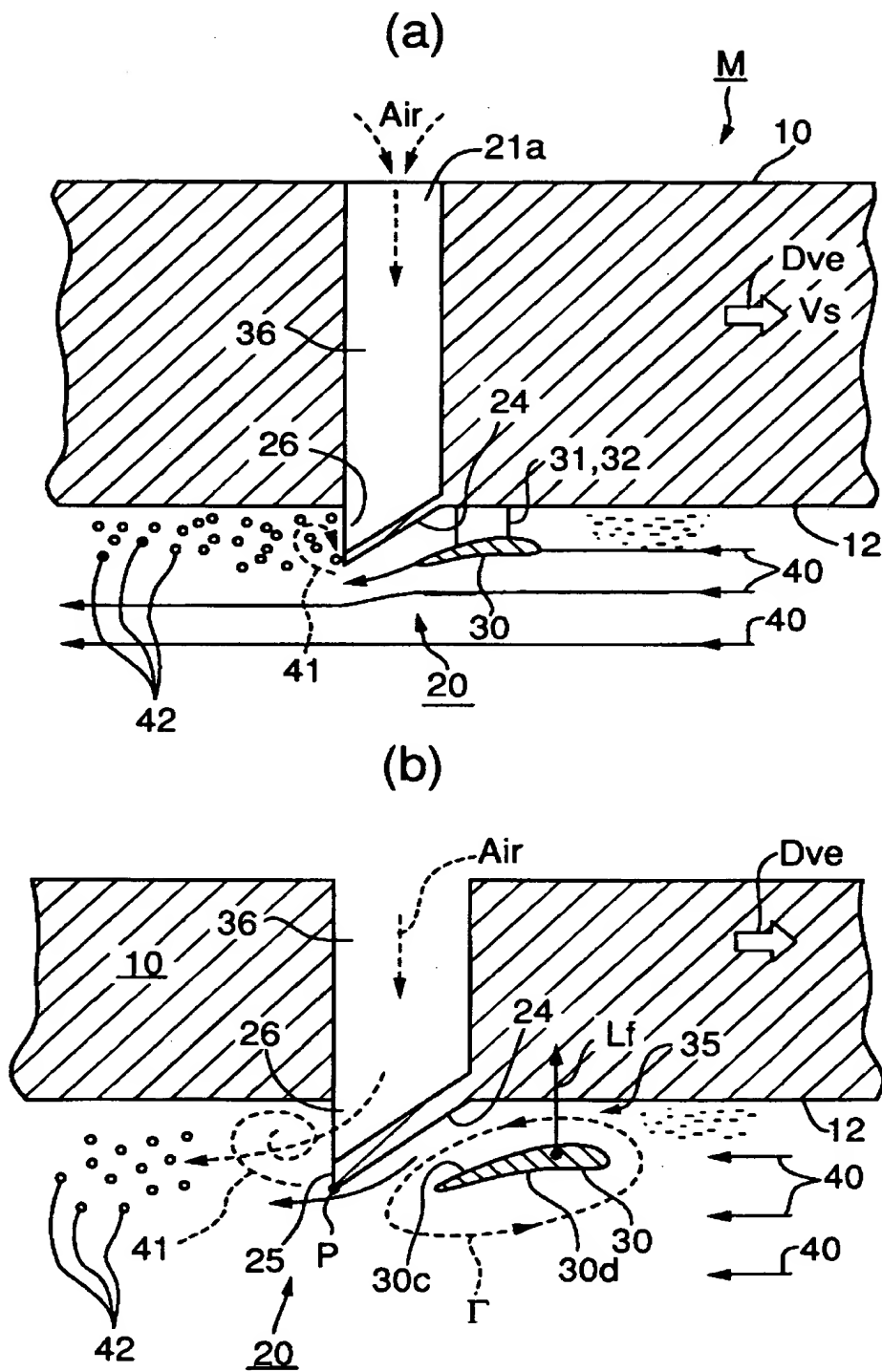
M 摩擦抵抗低減船

Γ 循環流れ

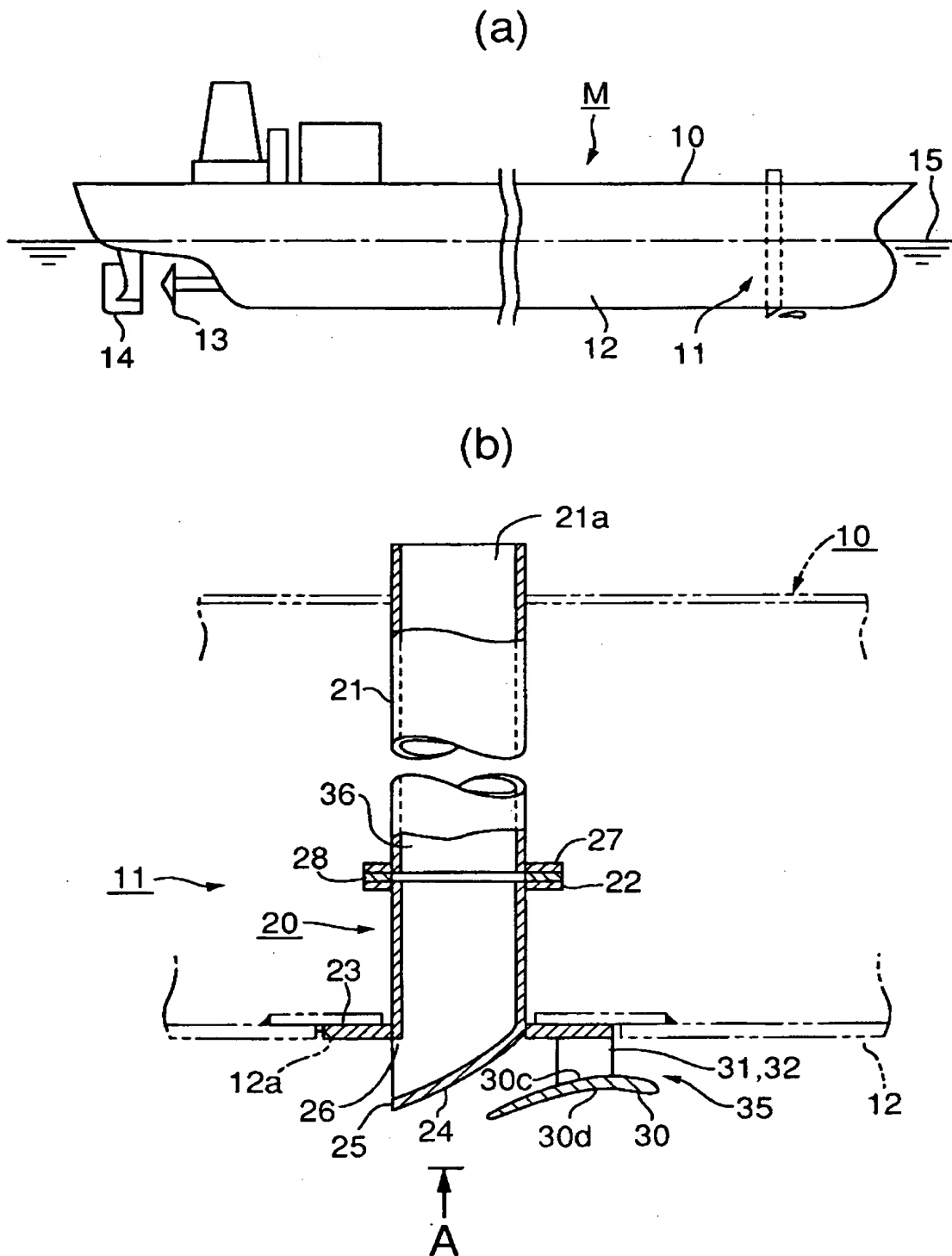
- 1 0 船体
- 1 1 気泡発生装置
- 1 2 船体外板（没水表面）
- 1 5 水面（喫水線）
- 2 0 流体案内体（負圧形成部）
- 2 1 気体導入管
- 2 4 斜面
- 2 6 排出口
- 3 0, 3 1, 3 2 翼（翼状部材）
- 3 6 流体通路
- 4 0 水の流れ
- 4 1 負圧箇所
- 4 2 気泡

【書類名】 図面

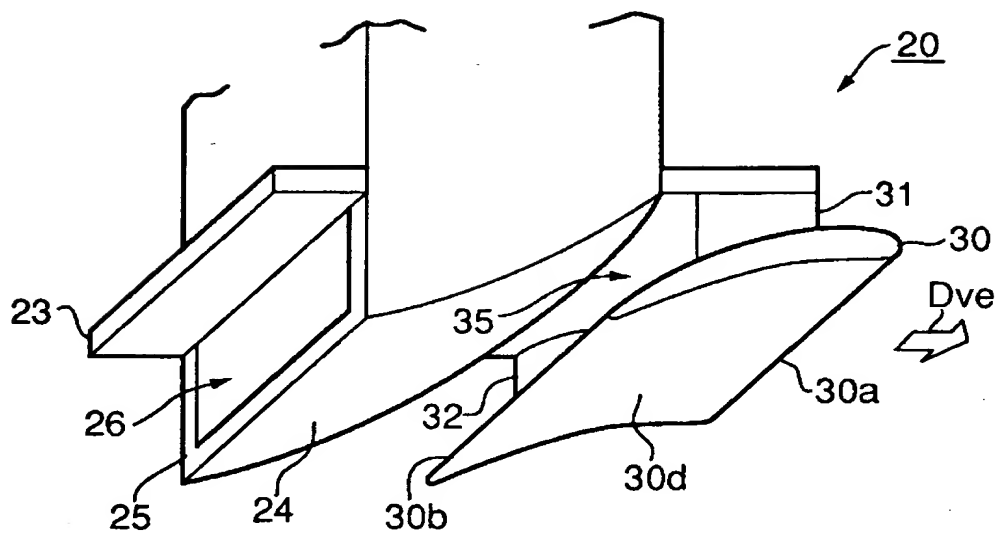
【図 1】



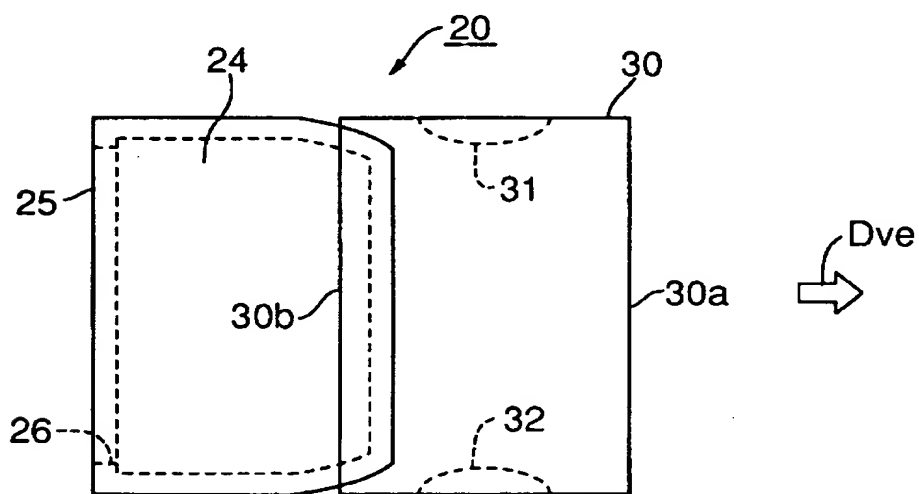
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 少ないエネルギー消費で摩擦抵抗低減を行って、航行時のエネルギー消費を効果的に節減することができる船体の摩擦抵抗低減方法及び摩擦抵抗低減船を提供する。

【解決手段】 船体 1 0 の航行に伴って気体空間に対して低圧となる負圧箇所 4 1 を水中に形成し、気体空間から水中の負圧箇所 4 1 に気体を導くとともに、負圧箇所 4 1 を発達させる循環流れ Γ を翼によって水中に生じさせる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0000000099]

1. 変更年月日	1990年 8月 7日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区大手町2丁目2番1号
氏 名	石川島播磨重工業株式会社